

[MENU](#)[SEARCH](#)[INDEX](#)[DETAIL](#)[JAPANESE](#)

1 / 1

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-086905

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl.

H01S 5/343

H01S 5/22

(21)Application number : 2001-276994

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 12.09.2001

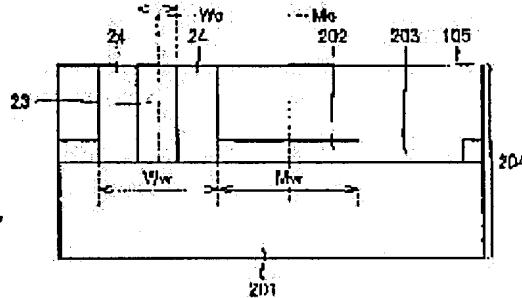
(72)Inventor : TSUDA YUZO  
ITO SHIGETOSHI

### (54) NITRIDE SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND SEMICONDUCTOR OPTICAL UNIT USING THE SAME

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a nitride semiconductor laser element which is reduced in laser oscillation threshold current density by optimizing the position of a current constriction part located above a mask pattern.

**SOLUTION:** This nitride semiconductor laser element includes a mask substrate containing a mask pattern on which a stripe-like mask 202 formed of growth restraining film where a nitride semiconductor is hardly grown and a stripe-like window 203 where no mask is formed are provided, a nitride semiconductor base layer formed on the mask substrate, and a light emitting element structure containing a light emitting layer which includes a well layer sandwiched between an N-type layer and a P-type layer or the well layer and a barrier layer in contact with the well layer provided on a nitride semiconductor substrate or a nitride semiconductor layer laminated on the nitride semiconductor substrate. At least a part of a current constriction part is formed apart from the center of the window by 1  $\mu\text{m}$  or above in the direction of the window stripe and in a region above the width of the window.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

【請求項1】 塗化物半導体基板上もしくは塗化物半導体基板上に設置された塗化物半導体基板上に、塗化物半導体がエピタキシャル成長しにくい成長抑制膜から構成されないストライプ状のマスクと、前記マスクが形成された部を含み、前記マスク基板上に形成された塗化物半導体基板を含み、前記マスク基板上に形成された塗化物半導体下地層と、少なくともn型層とp型層によって挟まれた井戸層または井戸層とこれに接する電極層とを含む発光素子構造をさらに含み、前記窓部の中央から前記窓部のストライプ方向に向かって $\mu\text{m}$ 以上離れ、かつその窓部の幅内に上方領域に、電流投射部部分の少なくとも一部が形成されることを特徴とする塗化物半導体レーザ素子。

【請求項2】 前記窓部の幅が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載の塗化物半導体レーザ素子。

【請求項3】 前記マスクの幅が $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $3.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の塗化物半導体レーザ素子。

【請求項4】 前記窓部の幅が前記マスクの幅と等しいまたはそれ以上の広さに形成されていることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の塗化物半導体レーザ素子。

【請求項5】 前記塗化物半導体下地層は、S<sub>i</sub>、O、C<sub>i</sub>、S、C、Ge、Zn、Cd、MgおよびBeの不純物群のうち、少なくとも1以上の不純物を $1\times10^{17}\text{ }\sim\text{ }8\times10^{18}/\text{cm}^3$ の範囲内で含むGaNであることを特徴とする請求項1から4のいずれかの項に記載の塗化物半導体レーザ素子。

【請求項6】 前記塗化物半導体下地層はAl<sub>x</sub>G<sub>1-x</sub>N ( $0.01\leq x\leq 0.15$ ) を含むことを特徴とする請求項1から4のいずれかの項に記載の塗化物半導体レーザ素子。

【請求項7】 前記Al<sub>x</sub>G<sub>1-x</sub>N ( $0.01\leq x\leq 0.15$ ) に含まれる不純物の濃度が $3\times10^{17}\text{ }\sim\text{ }8\times10^{18}/\text{cm}^3$ 以下であることを特徴とする請求項6に記載の塗化物半導体レーザ素子。

【請求項8】 前記塗化物半導体下地層はIn<sub>x</sub>G<sub>1-x</sub>N ( $0.01\leq x\leq 0.18$ ) を含むことを特徴とする請求項8に記載の塗化物半導体レーザ素子。

【請求項9】 前記In<sub>x</sub>G<sub>1-x</sub>N ( $0.01\leq x\leq 0.18$ ) に含まれる不純物の濃度が $1\times10^{17}\text{ }\sim\text{ }5\times10^{18}/\text{cm}^3$ 以下であることを特徴とする請求項8に記載の塗化物半導体レーザ素子。

【請求項10】 前記井戸層にA<sub>s</sub>、PもしくはSiの元素群のうち少なくとも一部が含まれていることを特徴とする請求項1から9のいずれかの項に記載の塗化物半導体レーザ素子。

(19)日本国特許庁 (JP) (12)公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号 特開2003-86905 (P2003-86905A) (43)公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(51)Int.Cl\* H 01 S 5/343 6 1.0 5/22 請求記号 F 1 H 01 S 5/343 6 1.0 5 F 07 3 (参考) テ-ア-ド\* (参考) 5/22

(21)出願番号 特願2001-276934 (P2001-276934) (71)出願人 00005649 シャープ株式会社 (22)出願日 平成13年9月12日 (2001.9.12) (72)発明者 池田 伸三 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社社内 (73)代理人 伊藤 茂枝 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社社内 (74)代理人 井野士 深見 久郎 10006746 Fターム(参考) 5F073 A07 M07 A13 A172 B04 C01 C 1, S, C, G, e, Zn, C, d, M, oおよびBの不純物群のうち、少なくとも1以上の不純物を $1\times10^{17}\text{ }\sim\text{ }8\times10^{18}/\text{cm}^3$ の範囲内で含むGaNであることを特徴とする請求項1から4のいずれかの項に記載の塗化物半導体レーザ素子。

審査請求 未請求 請求項の数11 OI (全12頁)

審査請求状況 請求項の範囲1から4の項目に記載の請求項1から10のいずれかの項目に記載したことを特徴とする塗化物半導体レーザ素子を用いた装置に関する。 [発明の詳細な説明]

[0.0 0 1]

【発明の属する技術分野】 本発明は塗化物半導体レーザ素子に関する、特に閑電流密度を低下させた塗化物半導体レーザ素子とこれを用いた光学装置に関する。

[0.0 0 2]

【従来の技術】 GaN基板上にSiO<sub>2</sub>マスクの上方と、SiO<sub>2</sub>マスクが形成され、このSiO<sub>2</sub>マスクの上方と、SiO<sub>2</sub>マスクが形成されない窓部の上方にGaN層が形成され、GaN層上に塗化物半導体レーザ素子が形成されることが、Jpn.J.App.L.Phys.Vo 1.3.9 (2000) p.p. L 647-650において報告されている。

[0.0 0 3]

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この報告ではSiO<sub>2</sub>マスクを有するGaN基板に形成される塗化物半導体レーザ素子の形成位置については詳細な説明がなされていなかった。

[0.0 0 4]

【発明の概要】

【発明の詳細な説明】

【発明の範囲】

【発明の効果】

【発明の実施形態】

〔0008〕上記窒化物半導体基板は、Si、O、C、 $\text{N}$ 、MgおよびBeの不純物群のうち、少なくとも1以上の不純物を $1 \times 10^{17} \sim 8 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ の範囲内で含むGaNであり得る。

〔0009〕また、上記窒化物半導体基板下地層は、Al、 $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$  ( $0.01 \leq x \leq 1.5$ ) を含み得り、この場合には $1 \times \text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$  ( $0.01 \leq x \leq 0.15$ ) に上記不純物群のうちSi、OおよびCのいずれかが特に好ましい。

〔0010〕「マスク基板」とは、窒化物半導体基板上に、上記不純物群のうちSi、OおよびCのいずれかを除く他の不純物群を基板上に露出させた半導体基板である。

きマスク基板上に形成され  
度が変化することを出  
【0026】以下、図5は、リ  
位置について図4(a)の  
有する差分化半導体レー  
【0027】図5は、リ  
位置と製造電流密度との  
位置で燃結させマスク其  
て燃結部

満となつた場合には漏電流密度の低減率が小さくなつた。したがつて、この漏電流密度の低減率が小さくなつた領域（悪部中央Wcから左右に1.1m未満の悪部2.03の幅の上方領域）を領域1と呼ぶことと、領域1内にリジットライブ部1.1.9の金で含まれないよう作製された領域1からリジットライブ部1.1.9の少ないところが領域1から作製するように記述された場合）における漏電流密度の低減率が大きくなり、

[0.03.1] また、側面 I の範囲は怒張部 I から 2.10 μm、未溝の範囲（図 5 の c—a 距離で表記すると、—4.0 μm よりも大きく < 2.0 μm よりも小さい領域に該当する）であることがより好ましい。この場合には、陽電流密度が低減率を 1.0% 以上アップして得られたのである。  
10 したがって、怒張部 I から 3.0 μm 未溝の範囲  
[0.03.2] また、側面 I の範囲は怒張部 I から 3.0 μm よりも大きめである。また、レーザ発振波長によっては、窒化物半導体基板上に直線状の穴子を子を作製したときの陽電流密度においてどれだけ陽電流密度の低減率を  
10 表示した値である。レーザ発振波長によっては、窒化物半導体基板上に直線状の穴子を子を作製したときの陽電流密度においてどれだけ陽電流密度の低減率を  
15 % 以上アップして得たのである。

10 [3.2] ここで、芯部の隔離W/2内の上方隔離G/2において、かつ領域1を除いた領域のことを、領域1-1と呼ぶこととする。  
[0.03.3] 以上の結果が、図6の概要図にまとめられる。図6は、上記の領域1-1.2.3と領域1-1.2.4についての模式図である。陥没マスク基版2.04上に製作されたリソジストライプ部(図示せず)は、その一部が少なくとも領域1-1.2.4内に含まれるように形成されることが好ましい。さらにはしまくは、リソジストライプ部(図示せず)の金で、領域1-1.2.4内に含まれるよう

30. 井戸構造の発光層は、1つの井戸層のみから構成されるか、もしくは障壁層・井戸層・障壁層から構成されるか。また、多重巣井構造の発光層は複数の井戸層と複数の障壁層から構成される。

【0016】「窒化物半導体基板」とは、少なくともA<sub>x</sub>B<sub>y</sub>C<sub>z</sub> (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ z ≤ 1)を含む基板を意味する。この基化物半導体基板は、窒化物半導体基板を構成している窒素・元素の約10%以下(ただし、BAA系であること)が、A<sub>s</sub>、P<sub>s</sub>およびS<sub>b</sub>の元素群のうちいずれかの元素によつて被覆されることなく下地が露出されている部

分を意味する。

【0017】「発光素子構造」とは、上記発光層が、型層とD型層とに分離された構造を意味する。

【0023】「電流導通部分」とは、P型層もしくはn型層を介して発光層に電流が注入される部分を指す。

[0-03-4] 上述では、リジットライフル版Rwが $2.2\text{m}$ の場合について説明したが、その他のリジットライフル版Rwが用いられても同様の効果を示し得る。  
[0-03-5] また、上記で述べたリジットライフル部機械等の形成過程とレーザー発振器を有する密閉容器内における、半導体レーザー系子（例えは図4(a)）に限られるものではない。例えば、光流誘起干渉を行なう密閉半導体

卷之三

内に電流挿入部分を作製しても頭脳部電流密度の低減効果が得られないためである。また、マスク幅Mwが6 μm以上になると、領域11.4とマスク20.2の上部領域部分を含めようとする電流挿入部分が形成するためである。このことにより、電流挿入部レーデルアーチチャップの歩留まり率が上昇するためである。  
 [10.0 4.2] 他方、マスク幅Mwの上限値は、特に制約があるためである。これはまず、マスク幅20.1に形成されたマスクチャップの歩留まり率が下限値10.5で完全に突破するためである。しかしながら、マスク基板20.1に形成されたマスクチャップ20.2が電流挿入部下地層10.5で完全に形成されると、マスク幅Mwは30 μm以下、さらには好ましくは2.5 μm以下が必要となる。  
 [10.0 4.3] (マスク基板を被覆する電着物半導体下地層について) 以下、図6を用いて、電着物半導体下地層について説明する。マスク基板20.1を被覆する電着物半導体下地層10.5と、GaN層、A<sub>n</sub>GaN層またはInGaN層またはGaN層またはAlGaN層など、半導体層10.5中にSi、O、Cなどを含む。

1、S、C、Ge、Zn、Cd、MgおよびBeの不純物群のうち、少なくとも1つ以上の不純物を添加することができる。

[0.04.4] 硫化物半導体下地層1.05がGaN層であることは、以下の点において好ましい。GaN層は2元構造で製品化しえることから、結晶成長の技術性が良く、容易にGaNの表面形態が観察できるのである。また、GaNの表面形態のそれと比較して最もInGaN層のそれと比較して短いことか、マスク2.02またはマスク2.03を完全かつ平坦に被覆しつつ、適度な傾斜方向成長面を得ることができるのである。窒化物半導体下地層1.05として利用されるGaN層の不純物濃度は1×10<sup>17</sup>/cm<sup>3</sup>以上10<sup>18</sup>/cm<sup>3</sup>以下が好ましい。このような複数段階で純粋なオホロジジが良好になって半導体下地層1.05の表面を均一化され、深子特性が向上し得るためである。

[0.04.5] 次に、窒化物半導体下地層1.05がAlG

A N膜であることは、以下の点において好ましい。すなはちA1 G-a N膜がマイク基板201を接觸すると、マスク202上方にポイドが形成されにくく、クラックの発生率が抑制されるためである。

[0.046] A1 G-a N膜のA1の組成比xは、  
0.01以上0.1以下が好ましく、より好ましく  
0.01以上0.05以下である。A1の組成比  
が0.01よりも小さいと、ポイドの発生を抑止するこ  
とが難くなるためである。一方、A1の組成比xが  
0.1以上0.5以下になると、A1の表面マグレーシ  
ョン長が短くなり過ぎて、マスク202の上方をA1 G-a N膜で被覆するのが困難となるためである。なお、A1 G-a N膜に限らず、この膜と同様の効果は窒化物半導

た、窒化物半導体下地層 10 とし利用される AlGaN 層の不純物濃度は  $3 \times 10^{11} / \text{cm}^3$  以上  $\times 10^{-18} / \text{cm}^3$  以下が好ましい。このような濃度範囲で Al と共に不純物が添加されると、窒化物半導体下地層 1.0 5 の表面マイグレーション長が短くなり、マスク上方のポイドの発生を抑制し得るためである。

【0047】次に、前記窒化物半導体下地層 1.0 が InGaN 層であることは、以下の点において好ましい。  
すなわち InGaN 層がマスク基板 2.0 を接觸する  
と、電流挿入部部分が作製可能な領域 1.1 2.4 内での形  
成位置の違いによってレーザー支援開孔電流密度の低減率  
の相違が小さくなり得る。これにより、翼子の歩留まり  
率向上と翼子特性の安定供給が可能となり得るためであ  
る。

【0048】In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N 層の In の組成比 x は、  
0. 0.1 以上 0. 1.8 以下が好ましく、より好ましくは  
0. 0.1 以上 0. 1 以下である。In の組成比 x が 0.  
0.1 よりも小さいと、上述の InGaN 層による効果が

得られにくくなるためである。また、Inの組成比 x が 0.1よりも大きくなると、In<sub>x</sub>GaNの結晶性が低下し得るためである。なお、In<sub>x</sub>GaN層に限らず、窒化物半導体下地層 1-0-5 に In が含有されれば、この膜と同様の効果が得られる。また、窒化物半導体下地層 1-0-5 として利用される In<sub>x</sub>GaN 層の不純物濃度は  $10^{15} \text{ cm}^{-3}$  以上  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$  の範囲で In と共に不純物が添加され、このような濃度範囲で In-1 と共に不純物が添加されると、窒化物半導体下地層 1-0-5 の表面モフォロジーが良好になって素子の歩留まり率が向上するためである。

**[100-4-9] (マスク基板を被覆する窒化物半導体下地層の膜厚について)**以下、図 6 を用いて、窒化物半導体基板 2-0 下地層 1-0-5 の膜厚について説明する。マスク基板 2-0 が、窒化物半導体下地層 1-0-5 を完全に被覆された場合には、マスク基板 2-0-1 を被覆する窒化物半導体下地層 1-0-5 の被覆膜厚が厚くなければならない。一方、マスク基板 2-0-1 が、窒化物半導体下地層 1-0-5 で完全に被覆されない場合には、マスク基板 2-0-1 を被覆する窒

化物半導体下地層 1.05 の被覆膜厚が薄くなければならない。本説明の課題を解決する意味では、マスク基版 2 01は、完全に窒化物半導体下地層 1.05 を被覆されなくてはならない。しかしながら、窒化物半導体レーザ系チップの損耗率の観点からいふと、マスク基版 2 01を完全に窒化物半導体下地層 1.05 で被覆されない場合と比べて好ましい。したがって、窒化物半導体下地層 1.05 の被覆膜厚は、およそ 2.4 μm 以上 3.0 μm 以下が好ましい。被覆膜厚が 2.4 μm よりも薄くなると、窒化物半導体下地層 1.05 でマスク基版 2 01 を完全かつ平坦に被覆させることが困難となり得るためである。また、被覆膜厚が 3.0 μm よりも厚くなると、次第に表面モフォロジーが悪化し始めるためである。

[0050] (マスクのストライプ方向について) 以下、図2を用いて、ストライプ状に作製されたマスク1の、ストライプ方向について説明する。

[0051] 結晶成長面が[0001]C面を有する窒化物半導体からなる基板101に作製されたマスクのストライプ方向、もしくは基板101に成膜された結晶成長面が[0001]C面を有する窒化物半導体層に作製されたマスク102のストライプ方向は、<11-20>/<10>により好ましく、基板101に対して<1-100>/<100-11>方向が好ましい。基板101の<11-20>/<10>方向に沿つてマスク102が形成されると、マスク102が窒化物半導体下地層(図示せず)で埋められたときマスク102と窓部103の境界部分での枝形モザイクジグが良いためであり、形成された電通抵抗部を有する窒化物半導体素子の素子不良率を低減し得る。また、基板101の<1-100>/<100-11>方向に沿つてマスク102が形成されると、クラック発生の抑制効果が非常に高くなるためであり、素子不良率も低減し得る。

めである。

【0052】これらの方針は、[0001]C面内で±5度程度の開き角度を有していても上記開閉部は變わらなかつた。

【0053】上述の窓部10-3は全てストライプ形狀であつたが、窓部10-3がストライプ形狀であることは以下の点においてほしい。すなわち、蓋物半導体レーザ装置の電流挿入部分は主にストライプ形狀であることから、本発明に係るストライプ形狀の領域11内に電流挿入部分を容易に製作し得り、かつ蓋物チップの根柢部が向上し得るためである。

【0054】(蓋物半導体レーザ装置の作製)以下において説明付きマスク基板201に製作されたリジットストライプ部を有する蓋物半導体レーザ装置の作製方法を説明する。暨て、この作製方法には限られないので、他の本発明に係る半導体については、上述と同様である。

【0055】(陥れきマスク基板の作製方法)以下、図

**[00056] 図3の模式図は、GaNからなる基板1(窒化物半導体基板の一部)上に作製されたマスク2が、もともと形成されるマスク2基板1と、このマスク2基板1上に、n型H-0.03GaNからなる窒化物半導体下地層5が、被覆された際引きマスク基板4を表している。**

**[00057] また、マスク基板1は、(0001)面であるGaNから作製される。前方位が(0001)面であるGaNからなる基板1表面に、SiO<sub>2</sub>から構成される成長抑制膜8を厚さ0.1μmで蒸着した。この成長抑制膜8は、電子ビーム露光法(EB法)または、スパッタリング法により蒸着した。その後、從来のリソグラフィー技術を用いて、GaNからなる基板1の<1-1-100>方向に沿つて、**





特開2003-86905

19

【図7】 リジットライブ部を有する塗化物半導体レーザ素子チップの模式的断面図である。 $n$  型電極と  $p$  型電極は、互いに対向する位置に配置される。

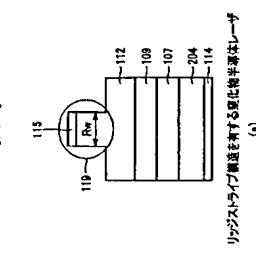
【図8】 電流阻止層を有する塗化物半導体レーザ素子チップの一例の模式的断面図である。

【図9】 本発明の塗化物半導体レーザ素子を用いた半導体光学装置（光ビックアップ装置）の一例の概念図である。

8 n型光ガイド層、9、10 9 爆光層、10, 11 10 p型キャリアブロック層、11, 11 11 p型光ガイド層、12, 11 12, 21 2 p型クラッド層、13, 13 p型コンクータ層、14, 11 14, 21 4 n型電極、15, 11 15, 21 5 p電極、16 n型電極バッド、17 p型電極バッド、18 絶電体膜、19, 19 1 19 リジットライブ部、20 ワイヤーボンド、21 電流挿入部分、22 電流阻止層、23 間隔1、2 間隔1、2 間隔1、1 ディスク、26 モーク、27 光ビックアップ、28 レンズ、29 送達鏡、30 スプリッタ、31 光変調器、32 レーザ、33 レーザ光、34 光検出器、35 制御回路。

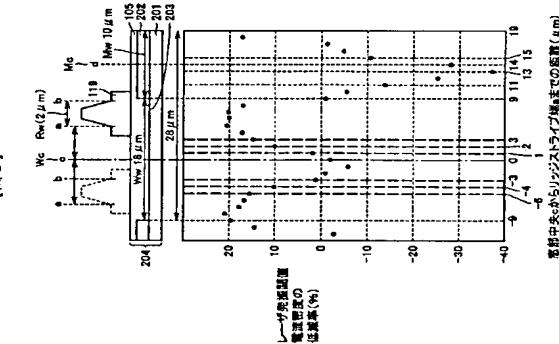
1, 10 1, 20 1 基板、2, 10 2, 20 2 マスク、3, 10 3 窓部、4, 10 4, 20 4, 30 4 貼りつけマスク基板、5, 10 5 塗化物半導体下地層、6, 10 6 n型クラッド防止層、7 n型クラッド層、8, 10

【図4】

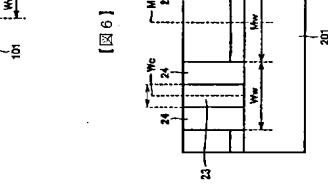


リジットライブ部を有する塗化物半導体レーザ

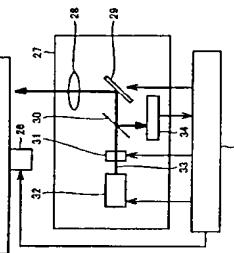
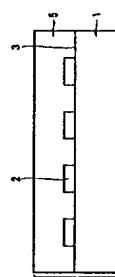
【図5】



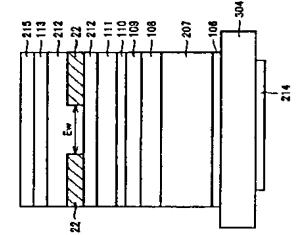
【図6】



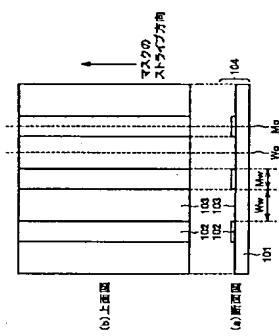
【図3】



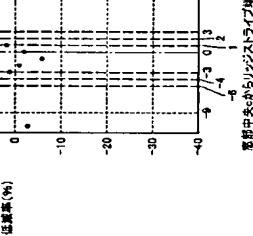
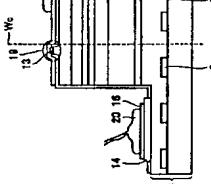
【図7】



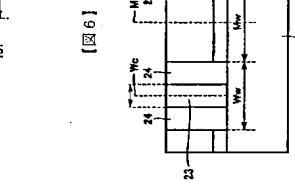
【図8】



【図2】



【図5】



【図6】

【図9】

